

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

⑩ DE 195 48 916 A 1

⑯ Int. Cl. 6:

G 03 G 15/02

H 01 T 19/00

⑯ Aktenzeichen: 195 48 916.0  
⑯ Anmeldetag: 27. 12. 95  
⑯ Offenlegungstag: 18. 7. 96

DE 195 48 916 A 1

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯

27.12.94 JP P 6-325634 10.04.95 JP P 7-83765  
20.04.95 JP P 7-95721 16.11.95 JP P 7-322143

⑯ Erfinder:

Yoshioka, Kenjiro, Suwa, Nagano, JP; Shimura,  
Hidetsugu, Suwa, Nagano, JP

⑯ Anmelder:

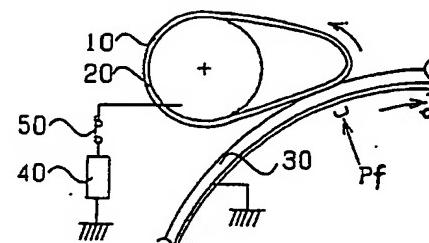
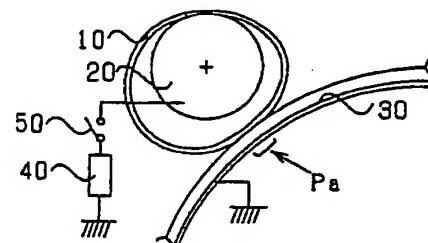
Seiko Epson Corp., Tokio/Tokyo, JP

⑯ Vertreter:

Diehl, Glaeser, Hiltl & Partner, 80639 München

## ⑯ Kontaktladegerät

⑯ Ein Kontakt-Ladegerät beinhaltet: einen rotationsfähig angeordneten, zu ladenden Körper (30); ein leitfähiges Element (10) zum Laden des zu ladenden Körpers (30), derart, daß das leitfähige Element (10) elektrostatisch zum zu ladenden Körper (30) angezogen wird, während der zu ladende Körper (30) rotiert, wobei das leitfähige Element (10) die Gestalt eines endlosen Films hat; und ein Unterstützungsselement (20), welches getrennt vom zu ladenden Körper (30) angeordnet ist, zum Halten des leitfähigen Elements (10), wobei das Unterstützungsselement (20) der elektrostatischen Anziehungskraft entgegensteht, derart, daß das leitfähige Element (10) gestreckt wird, um dadurch dem leitfähigen Element (10) zu erlauben, sich gemeinsam mit der Rotation des zu ladenden Körpers (30) zu drehen.



DE 195 48 916 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05. 96 602 028/453

18/29

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Kontakt-Ladegerät zum Gebrauch mit einem bilderzeugenden Apparat, welcher auf der Elektro-Fotografie beruht, wie z. B. einem Drucker, einem Fax-Gerät oder einer Kopiermaschine. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf ein Kontakt-Ladegerät zum Laden oder Entladen eines Körpers, der zu laden ist, indem ein Ladeelement, an dem eine Spannung anliegt, mit dem Körper in Kontakt gebracht wird.

In einem bekannten Kontakt-Ladegerät zum Einsatz in einem bilderzeugenden Apparat auf Elektro-Fotografie-Basis werden eine leitfähige Klinge, eine leitfähige Röhre oder eine leitfähige elastische Walze benutzt als Ladeelement und werden in Kontakt gebracht mit dem zu ladenden Körper in einem Zustand, in dem eine Spannung an das Ladeelement angelegt ist.

Das Kontakt-Ladegerät des Typs, bei dem eine Klinge als Ladeelement eingesetzt wird, ist vorteilhaft in der Hinsicht, daß die Konstruktion einfach ist und die Größe reduziert werden kann, aber er weist den Nachteil auf, daß die Oberfläche des zu ladenden Körpers dadurch beschädigt wird, daß die Klinge auf dem zu ladenden Element reibt, wodurch direkte Ladungsinjektion stattfindet, was wiederum zu ungleichmäßiger und instabiler Aufladung führt. Das Kontakt-Ladegerät des Typs, bei dem eine leitfähige Bürste eingesetzt wird, ist vorteilhaft in der Hinsicht, daß die Beschädigung der Oberfläche des zu ladenden Körpers unterdrückt wird, weist aber den Nachteil auf, daß die Ladung direkt injiziert wird durch die Kontakte zwischen der Bürste mit dem zu ladenden Körper, wobei beim Ladevorgang eine Unregelmäßigkeit auftritt, die vom Schleifen der Bürste geformt ist, und es wird teilweise ein mangelhafter Ladevorgang durchgeführt. Das Kontakt-Ladegerät des Typs, bei dem eine leitfähige Walze eingesetzt wird, ist vorteilhaft dadurch, daß eine stabile und gleichmäßige Ladeoperation garantiert ist, aber ein solches Kontakt-Ladegerät weist den Nachteil auf, daß eine starke Kontaktkraft die Walze verformt, was zu einem mangelhaften Ladevorgang führt.

Eine Lösung für die oben genannten Probleme ist beschrieben in der japanischen Offenlegungsschrift Nr. Hei. 5-72869. In dieser Veröffentlichung wird ein dünnes leitfähiges Band von einer Walze angetrieben in einen Zustand, daß es in Kontakt gebracht wird mit der lichtempfindlichen Trommel, um die lichtempfindliche Trommel zu laden. Diese Technik ist insofern vorteilhaft, als die Ladeoperation effektiv durchgeführt wird, ohne die Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel zu beeinträchtigen, aber sie hat die folgenden Nachteile. Wenn ein leichter Unterschied zwischen der Umfangsgeschwindigkeit der Walze und der lichtempfindlichen Trommel auftritt, verschiebt sich die Andruckposition, bei der das leitfähige Band mit der Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel in Kontakt kommt, oder ein Luftspalt, der sich vor und hinter der Andruckposition in der Entladezone befindet, verändert sich, wodurch der gleichförmige Ladevorgang schlechter wird.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Kontakt-Ladegerät bereitzustellen, das eine lichtempfindliche Trommel gleichmäßig lädt oder entlädt, ohne die Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel zu beeinträchtigen.

Um die genannte Aufgabe zu lösen, wird ein Kontakt-Ladegerät bereitgestellt, das umfaßt: einen zu ladenden, rotationsfähigen Körper; ein leitfähiges Element, das die Form eines weichen, endlosen, dünnen Films aufweist, zum Laden oder Entladen des zu ladenden Körpers derart, daß das leitfähige Element elektrostatisch angezogen wird in Richtung des zu ladenden Körpers, während der zu ladende Körper rotiert; und ein Unterstützungselement, das getrennt vom zu elektrifizierenden Körper angeordnet ist, zum Halten des leitfähigen Elementes, während es der elektrostatischen Anziehungskraft widersteht, derart, daß das leitfähige Element gestreckt wird, um damit zu erlauben, daß das leitfähige Element — der Rotation des zu ladenden Körpers folgend — rotiert.

Weitere Vorteile, Merkmale und Aspekte der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung sowie den dazugehörigen Zeichnungen.

Fig. 1(a) und 1(b) zeigen eine Ausführungsform eines Kontakt-Ladegeräts gemäß der vorliegenden Erfindung, wenn es sich im Betriebszustand und im Nicht-Betriebszustand befindet;

Fig. 2 zeigt das Prinzip des Kontakt-Ladegeräts von Fig. 1;

Fig. 3(a) bis 3(c) zeigen andere Unterstützungsmittel, die zur Verfügung stehen für das Kontakt-Ladegerät gemäß der Erfindung;

Fig. 4(a) und 4(b) zeigen zusätzliche Unterstützungsmittel;

Fig. 5(a) bis 5(d) zeigen verschiedene Mittel zum Aufrechterhalten eines fixierten Entladungsspals;

Fig. 6 zeigt ein weiteres Beispiel für die Mittel zum Aufrechterhalten eines fixierten Entladungsspals;

Fig. 7 zeigt noch ein weiteres Beispiel für die Mittel Aufrechterhalten eines fixierten Entladungsspals;

Fig. 8(a) und 8(b) zeigen eine weitere Ausführungsform eines Kontakt-Ladegeräts gemäß der vorliegenden Erfindung im Betriebszustand und im Nicht-Betriebszustand;

Fig. 9 zeigt einen Graphen, welcher die Beziehung zwischen der Variation der Filmdicke einer leitfähigen Röhre und der Variation des Oberflächenpotentials wiedergibt; und

Fig. 10 zeigt einen Graphen, welcher die Beziehung zwischen dem Oberflächenpotential, dem Kontaktdruck und der gemeinsamen Drehbewegung wiedergibt.

Eine erfundungsgemäße Ausführungsform eines Kontakt-Ladegeräts sowie das Prinzip des Kontakt-Ladegeräts sind schematisch in den Fig. 1(a), 1(b) und 2 wiedergegeben.

In den Figuren bezeichnet Bezugsziffer 10 eine leitfähige Röhre als ein leitfähiges Element, welche mit der Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel 30 als ein zu ladendes Element in Kontakt gebracht wird, um damit die gesamte Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel gleichmäßig zu laden. Die leitfähige Röhre 10 wird unterstützt vom Unterstützungselement 20, welches getrennt von der lichtempfindlichen Trommel 30 angeordnet ist. Die derart unterstützte leitfähige Röhre 10 ist elektrostatisch angezogen auf die Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel 30 und rotiert gemeinsam mit der lichtempfindlichen Trommel, wie durch den Pfeil a angedeutet, ohne jeglichen Schlupf zwischen der lichtempfindlichen Trommel und der leitfähigen Röhre. Auf

# DE 195 48 916 A1

diese Rotation der leitfähigen Röhre 10 wird Bezug genommen als Folgerotation. In diesem Zustand lädt die leitfähige Röhre 10 die gesamte Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel 30 gleichmäßig.

Die leitfähige Röhre 10 besteht aus einem endlosen Band, das derart geformt sein kann, daß es eine Ellipse darstellt, wobei ein Brennpunkt der Ellipse im wesentlichen mit dem Mittelpunkt des unterstützenden Elements 20 zusammenfällt, wenn es von dem Unterstützungselement 20 im freien Zustand unterstützt wird. Die leitfähige Röhre 10 wird hergestellt aus einem dünnen Filmement, welches leitfähig und weich ist. Der Haftreibungskoeffizient der leitfähigen Röhre 10 ist 0,1 oder größer, wenn die leitfähige Röhre sich in Kontakt mit der lichtempfindlichen Trommel 30 befindet. Die leitfähige Röhre 10 ist breit genug, um die effektive Bildfläche der lichtempfindlichen Trommel 30 zu bedecken.

Die leitfähige Röhre 10 empfängt eine Spannung von einer Spannungsquelle 40, welche über einen Schalter 50 mit dem Unterstützungselement 20 verbunden ist. Die leitfähige Röhre 10 lädt die gesamte Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel 30 gleichmäßig, wenn die Spannung angelegt ist.

Das Unterstützungselement 20 zur Unterstützung der leitfähigen Röhre 10 muß so beschaffen sein, daß es der leitfähigen Röhre 10 erlaubt, sich gemeinsam mit der lichtempfindlichen Trommel 30 zu drehen ohne irgendeine Bewegung der leitfähigen Röhre 10 relativ zur lichtempfindlichen Trommel 30. Wo das Unterstützungselement 20 eine starr angeordnete Stange mit kreisförmigem Querschnitt ist, ist es notwendig, daß die Reibungskräfte, welche zwischen der Oberfläche des Unterstützungselements 20 und der leitfähigen Röhre 10 auftreten, kleiner sind als jene Reibungskräfte, welche zwischen der leitfähigen Röhre 10 und der lichtempfindlichen Trommel 30 auftreten. Zu diesem Zweck ist die Oberfläche des Unterstützungselements 20 mit einem Material beschichtet, das einen kleinen Reibungskoeffizienten aufweist, wie z. B. ein fluoriertes Polymer.

Der Betrieb eines so gebauten Kontakt-Ladegeräts und das Funktionsprinzip desselben werden im folgenden beschrieben.

In einem nicht-operativen Zustand des Kontakt-Ladegeräts, wobei keine Spannung an die leitfähige Röhre 10 angelegt ist, und die lichtempfindliche Trommel 30 sich im Stillstand befindet, ist ein Teil der leitfähigen Röhre 10, welche vom Unterstützungselement 20 unterstützt wird, in Kontakt mit der Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel 30 an einer Position Pa, wie in Fig. 1(a) oder Fig. 2 gezeigt ist (in welcher die leitfähige Röhre 10 durch eine unterbrochene Linie dargestellt ist).

Wenn die lichtempfindliche Trommel 30 beginnt sich zu drehen und wenn eine Spannung an die leitfähige Röhre 10 angelegt wird, dann wird die leitfähige Röhre 10 elektrostatisch angezogen auf die Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel 30 und wird aufgrund der Reibungskräfte in die Drehrichtung der Trommel bewegt, wodurch sie eine andere Position Pf erreicht, wie in Fig. 1(b) oder wie in Fig. 2 durch durchgezogene Linien angedeutet ist.

In Fig. 2 bezeichnet Q eine Kontaktkraft der leitfähigen Röhre 10 an, wenn sie mit der lichtempfindlichen Trommel 30 in Kontakt gebracht wird; f und f' bezeichnen Reibungskräfte; N eine Normalkraft der lichtempfindlichen Trommel 30, welche auf die leitfähige Röhre 10 wirkt; Pt ist ein Punkt, wo eine Zugspannung auf die leitfähige Röhre 10 wirkt; T ist eine Zugspannung, welche auf die leitfähige Röhre 10 wirkt; und  $\alpha$  ist ein Winkel zwischen der Wirkungslinie der Zugspannung T und der Reibungskraft f.

Eine Zugspannung T, welche auf die leitfähige Röhre 10 wirkt, ist gegeben durch:

$$T = f \cdot \cos \alpha \quad 40$$

Die Reibungskräfte f und f' sind gegeben durch  $\mu N$ , wobei  $\mu$  der Haftreibungskoeffizient zwischen der leitfähigen Röhre 10 und der lichtempfindlichen Trommel 30 ist.

Daher ist die Beziehung zwischen der Zugspannung T und der Kontaktkraft Q wie folgt gegeben:

$$T = \mu Q \cdot \cos \alpha \quad 45$$

Wenn die lichtempfindliche Trommel 30 beginnt, sich in Richtung des Pfeiles a zu drehen und die Spannung an die leitfähige Röhre 10 angelegt ist, wirkt eine Reibungskraft f proportional zur Normalkraft N auf die leitfähige Röhre 10. Die Kontaktposition, wo die leitfähige Röhre 10 in Kontakt mit der lichtempfindlichen Trommel 30 ist, verschiebt sich von der Position Pa zur Position Pf. Gleichzeitig nimmt die leitfähige Röhre 10 die Zugspannung T zwischen dem Unterstützungselement 20 und der Kontaktfläche Pf auf und wird gestreckt. Der Winkel  $\alpha$  zwischen der Wirkrichtung der Zugspannung T und der Reibungskraft f wird auf ein Minimum reduziert. Im Ergebnis wird eine Entladungsregion R gebildet, welche einen stabilen Ladevorgang ermöglicht.

Gleichzeitig wird die leitfähige Röhre 10 zwischen dem Unterstützungselement 20 und der Kontaktfläche Pf gebogen. Dann wird ebenfalls eine kleine Entladungsfläche gebildet, wo der Ladevorgang in einem Abschnitt hinter der Kontaktfläche Pf durchgeführt wird.

Wenn die Zugspannung T eine rotationsbehindernde Kraft der leitfähigen Röhre 10 oder eine Reibungskraft, welche zwischen der leitfähigen Röhre 10 und dem Unterstützungselement 20 auftritt, übersteigt, beginnt die leitfähige Röhre 10 sich gemeinsam mit der lichtempfindlichen Trommel 30 zu drehen, ohne irgendeinen Schlupf zwischen der lichtempfindlichen Trommel 30 und der leitfähigen Röhre 10 unabhängig von der Größe der Kontaktkraft Q und lädt die Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel 30 gleichmäßig, ohne die Oberfläche zu beschädigen, wobei Toner und Papierpulver, welche auf der Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel 30 zurückgeblieben sind, überschrieben werden.

Wenn die Kontaktposition der leitfähigen Röhre 10, bei der sie elektrostatisch an die lichtempfindliche Trommel 30 angezogen wird, verschoben wird von der Position Pa zur Position Pf, welche sich bezüglich der Drehrichtung der lichtempfindlichen Trommel 30 unterhalb von der Position Pa befindet, dann wird eine Zugspannung T in der leitfähigen Röhre 10 zwischen ihr und dem Unterstützungselement 20 aufgebaut. Mit der

# DE 195 48 916 A1

Zugspannung  $T$  wird die leitfähige Röhre 10 derart gestreckt, daß ein stabiler Entladungsspalt gleichmäßig geformt wird, welcher in Drehrichtung der lichtempfindlichen Trommel 30 geringfügig abnimmt.

Eine elektrostatische Anziehungskraft  $F_q$ , welche zwischen der leitfähigen Röhre 10 und der lichtempfindlichen Trommel 30 wirkt, ist durch folgende Gleichung gegeben:

$$5 \quad F_q = \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot V_{th}^2 / (2d^2)$$

wobei  $\epsilon$  = relative Dielektrizitätskonstante,  
 $\epsilon_0$  = Dielektrizitätskonstante im Vakuum,

10  $V_{th}$  = Anfangsladespannung, und  
 $d$  = Filmdicke der lichtempfindlichen Schicht auf der lichtempfindlichen Trommel,  
ist.

Wenn eine Spannung an die leitfähige Röhre 10 angelegt wird, dann beginnt die leitfähige Röhre 10, welche sich im Stillstand befindet, zu bewegen, sofern die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

15 1) Wenn das Unterstützungselement fixiert ist,

$$\mu_{tp} \cdot (F_q + F_n) > \mu_{ts} \cdot F_t$$

20 Vorzugsweise gilt  $\mu_{tp} \geq 0,1$  und  $\mu_{ts} \leq 0,7$ , weiter gilt vorzugsweise  $\mu_{tp} > \mu_{ts}$ .

2) Wenn das Unterstützungselement rotationsfähig ist,

$$\mu_{tp} \cdot (F_q + F_n) > \mu_{js} \cdot F_j$$

25 Vorzugsweise gilt  $\mu_{tp} \geq 0,1$  und  $\mu_{ts} \leq 0,7$ , weiter gilt vorzugsweise  $\mu_{tp} > \mu_{js}$ .

In den oben angegebenen Gleichungen bedeuten:

$\mu_{tp}$ : Haftreibungskoeffizient zwischen der leitfähigen Röhre und der lichtempfindlichen Trommel,  
 $F_q$ : elektrostatische Anziehungskraft, welche zwischen der leitfähigen Röhre und der lichtempfindlichen Trommel wirkt,

30  $F_n$ : mechanische Kontaktkraft zwischen der leitfähigen Röhre und der lichtempfindlichen Trommel,

$\mu_{ts}$ : Haftreibungskoeffizient zwischen der leitfähigen Röhre und dem Unterstützungselement,

$F_t$ : Kontaktkraft zwischen der leitfähigen Röhre und dem Unterstützungselement,

35  $\mu_{js}$ : Haftreibungskoeffizient zwischen einem Lager (was später beschrieben wird) und dem Unterstützungselement, und

$F_j$ : Lagerunterstützungskraft des Unterstützungselements.

Nachdem die leitfähige Röhre beginnt sich zu bewegen, wird sie gleichmäßig mit der lichtempfindlichen Trommel gedreht, sofern die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

40 1) Wenn das Unterstützungselement fixiert ist,

$$\mu_{tp} \cdot (F_q + F_n) > \mu_{mts} \cdot F_t$$

Vorzugsweise gilt  $\mu_{tp} \geq 0,1$  und  $\mu_{mts} \leq 0,6$ , weiter gilt vorzugsweise  $\mu_{tp} > \mu_{mts}$ .

45 2) Wenn das Unterstützungselement rotationsfähig ist,

$$\mu_{tp} \cdot (F_q + F_n) > \mu_{mjs} \cdot F_j$$

Vorzugsweise gilt  $\mu_{tp} \geq 0,1$  und  $\mu_{mjs} \leq 0,6$ , weiter gilt vorzugsweise  $\mu_{tp} > \mu_{mjs}$ .

50 In den oben angegebenen Gleichungen bedeuten:

$\mu_{mts}$ : Gleitreibungskoeffizient zwischen der leitfähigen Röhre und dem Unterstützungselement, und

$\mu_{mjs}$ : Gleitreibungskoeffizient zwischen dem Lager und dem Unterstützungselement.

Um eine hinreichend große Reibungskraft  $f$  und damit eine stabile Folgerotation der leitfähigen Röhre 10 zu

55 gewährleisten, ist es notwendig, die elektrostatische Anziehungskraft  $f_q$  zu erhöhen, welche zwischen der leitfähigen Röhre 10 und der lichtempfindlichen Trommel 30 wirkt. Um die elektrostatische Anziehungskraft  $f_q$  zu erhöhen, ist es vorzuziehen, ein spezifiziertes lichtempfindliches Band zu verwenden:  $V_{th}$  (Ladeanfangsspannung)  $\geq 300$  V und  $d$  (Dicke der lichtempfindlichen Schicht)  $\leq 50$   $\mu\text{m}$ .

Die Fig. 3(a) bis 3(c) zeigen schematisch drei Beispiele eines Mittels, um eine stabile Folgerotation der leitfähigen Röhre zu gewährleisten, welches für die vorliegende Ausführungsform des Kontaktladegerätes zur Verfügung steht. Im Beispiel der Fig. 3(a) hat die leitfähige Röhre 10 eine Schichtstruktur, welche eine leitfähige äußere Schicht 11 umfaßt, die einen großen Reibungskoeffizienten zur lichtempfindlichen Trommel 30 aufweist, und eine innere Schicht 12, welche aus einem Material hergestellt ist, das einen kleinen Reibungskoeffizienten zum Unterstützungselement 20 aufweist. Mit einer solchen Schichtstruktur ist die leitfähige Röhre 10 in der Lage, gleichmäßig mit der lichtempfindlichen Trommel 30 zu rotieren.

60 Im Beispiel der Fig. 3(b) hat die leitfähige Röhre 10 ebenfalls eine Schichtstruktur, welche eine äußere Schicht 11 umfaßt, die aus einem leitfähigen Material besteht, und eine innere Schicht 12, die aus einem isolierenden Material besteht. Eine Spannung mit dem gleichen Vorzeichen wie die Spannung, die an die äußere Schicht 11

angelegt wird, wird an das Unterstützungselement 20 angelegt. Die resultierende, abstoßende elektrostatische Kraft reduziert die Reibungskraft, welche zwischen der leitfähigen Röhre 10 und dem Unterstützungselement 20 wirkt.

Im Beispiel der Fig. 3(c) ist die Oberfläche des Unterstützungselementes 20, welches aus einem leitfähigen Material hergestellt ist, mit einer Isolierschicht 21 beschichtet. Eine Spannung mit demselben Vorzeichen wie die Spannung, die an die leitfähige Röhre 10 angelegt ist, wird an das Unterstützungselement 20 angelegt. Die resultierende elektrostatische Abstoßungskraft reduziert die Reibungskraft, welche zwischen der leitfähigen Röhre 10 und dem Unterstützungselement 20 wirkt. 5

In den oben beschriebenen Beispielen ist das Unterstützungselement 20 von der fixierten Art. Jedes Unterstützungselement 20 kann aus einem hohlen zylindrischem Körper bestehen, der aus einer dünnen Platte 10 geformt ist.

Die Fig. 4(a) und 4(b) zeigen jeweils weitere Mittel, um eine stabile Folgerotation der leitfähigen Röhre zu gewährleisten, wobei ein rotationsfähiges Unterstützungselement eingesetzt wird.

Im Beispiel der Fig. 4(a) wird ein Lager 23 benutzt, um das Unterstützungselement 20 rotationsfähig zu unterstützen. Die innere Oberfläche des Lagers 23 ist beschichtet mit einer Schicht 24, welche aus einem Material mit einem kleinen Reibungskoeffizienten zum Unterstützungselement 20 besteht. Eine solche Konstruktion reduziert den Widerstand gegen die Rotation der leitfähigen Röhre 10 mit der lichtempfindlichen Trommel. Zum gleichen Zweck kann auch die Oberfläche des Unterstützungselementes 20 mit einer Schicht 24 beschichtet sein, welche aus einem Material mit einem kleinen Reibungskoeffizienten zum Lager 23 besteht. 15

Im Beispiel der Fig. 4(b) ist eine isolierende Schicht 124 auf der inneren Oberfläche des Lagers 23 aufgetragen, 20 welches das Unterstützungselement 20 rotationsfähig unterstützt. Eine Spannung wird an das Lager 23 angelegt, und eine Spannung mit dem gleichen Vorzeichen wie die Spannung, die an das Lager angelegt ist, wird ebenfalls an das Unterstützungselement 20 angelegt. Die resultierende elektrostatische Abstoßungskraft reduziert die Reibungskraft, welche zwischen ihnen wirkt. Alternativ kann die Schicht 124 auf die Oberfläche des Unterstützungselementes 20 aufgetragen werden anstatt auf die innere Oberfläche des Lagers 23. 25

Mittel, um einen Entladespalt stabil aufrechtzuerhalten, welcher zwischen der lichtempfindlichen Trommel 30 und der leitfähigen Röhre 10 geformt wird, sind schematisch in den Fig. 5(a) bis 5(d) gezeigt.

Ein typisches Beispiel für die Mittel, um einen Entladespalt stabil aufrechtzuerhalten, ist in Fig. 5(a) gezeigt. In diesem Beispiel wird ein Hilfsunterstützungselement 25 gleichmäßig in einem Raum zwischen der leitfähigen Röhre 10 und der lichtempfindlichen Trommel 30 angeordnet an einer Position gerade stromauf von der Kontaktfläche, 30 oder Andruckposition zwischen ihnen, bezogen auf die Drehrichtung der lichtempfindlichen Trommel. Das Hilfsunterstützungselement 25 kann eine dünne, isolierende Platte oder ein dünner Draht sein. Die Bereitstellung des Hilfsunterstützungselementes 25 reduziert die Vibration der leitfähigen Röhre 10 an dieser Position, wodurch ein stabiler Lade- und Entladevorgang gewährleistet wird, und wodurch weiterhin die tolerierbare Schwankung der Filmdicke größer wird. 35

Zwei Hilfsunterstützungselemente 25 können oberhalb und unterhalb der Andruckposition n angeordnet werden. Weiterhin kann das Hilfsunterstützungselement 25 aus leitfähigem Material hergestellt werden. In diesem Fall wird eine Spannung gleichen Vorzeichens wie jene Spannung, die an die leitfähige Röhre 10 angelegt ist, an das leitfähige Hilfsunterstützungselement 25 angelegt, wodurch die Vibration der leitfähigen Röhre 10 begrenzt wird. 40

Im Beispiel der Fig. 5(b) dient das Unterstützungselement zur Unterstützung der leitfähigen Röhre 10 gleichzeitig als Hilfsunterstützungselement. Ein Unterstützungselement 20 mit einem kleinen Reibungskoeffizienten ist geformt wie die leitfähige Röhre 10, wenn sie gemeinsam mit der lichtempfindlichen Trommel 30 rotiert, und unterstützt die leitfähige Röhre 10 von der Außenseite der Röhre. Beide Enden des Unterstützungselementes 20 erstrecken sich bis nahe zur Kontaktfläche n. Diese Endabschnitte des Unterstützungselementes 20 werden benutzt als Hilfsunterstützungselemente 25, um die Vibration der leitfähigen Röhre 10 in der Entladeregion zu dämpfen. 45

Im Beispiel der Fig. 5(c) wird ein Hilfsunterstützungselement 25, das aus leitfähigem Material hergestellt ist, längs der Unterseite der leitfähigen Röhre 10 bereitgestellt. Die Oberfläche des Hilfsunterstützungselementes 25, welche der leitfähigen Röhre 10 gegenüberliegt, ist mit einer isolierenden Schicht überzogen. Eine Spannung der Polarität, die entgegengesetzt ist zur Spannung, welche an die leitfähige Röhre 10 angelegt ist, wird an das Hilfsunterstützungselement 25 angelegt. Die resultierende elektrostatische Anziehungskraft, welche zwischen ihnen wirkt, hält die leitfähige Röhre 10 zurück, welche sich vom Hilfsunterstützungselement 25 entfernen will, wodurch die Vibration der leitfähigen Röhre 10 in der Entladezone reduziert wird. 50

In einer Modifikation dieses Beispiels wird eine Spannung mit dem gleichen Vorzeichen wie die Spannung, die an die leitfähige Röhre 10 angelegt ist, an das Hilfsunterstützungselement 25 angelegt. Mit der resultierenden elektrostatischen Abstoßung wird die leitfähige Röhre 10 stabil unterstützt. 55

Im Beispiel der Fig. 5(d) ist das leitfähige Unterstützungselement 20 mit einer isolierenden Schicht 21 überzogen. Eine Spannung mit entgegengesetzter Polarität zur Spannung, die an die leitfähige Röhre 10 angelegt ist, wird an das Unterstützungselement 20 angelegt. Die leitfähige Röhre 10 wird elektrostatisch zum Unterstützungselement 20 angezogen, so daß eine Zugspannung auf die leitfähige Röhre 10 im Bereich der Kontaktfläche n weiter vergrößert wird. Die vergrößerte Zugspannung reduziert die Vibration der leitfähigen Röhre 10 in der Entladezone. Wenn das Unterstützungselement 20 wie eine Ellipse geformt ist, die in Richtung der Zugspannung verlängert ist, dann wird eine zuverlässige Unterstützung des leitfähigen Elementes 10 und gleichmäßiges Laden gewährleistet. 60

Ein weiteres Beispiel für ein Mittel, das in der Lage ist, eine zuverlässige Unterstützung der leitfähigen Röhre 10 und eine gleichmäßige Ladeoperation zu gewährleisten, ist schematisch in Fig. 6 dargestellt. In diesem Beispiel ist eine Anzahl von Ausblaslöchern 121 zumindest in der Oberfläche des Unterstützungselementes 20

# DE 195 48 916 A1

angeordnet, welches als ein röhrenartiges Element ausgeformt ist, wobei die Oberfläche so hergestellt ist, daß die leitfähige Röhre 10 gleitfähig kontaktiert wird. Luft wird in das Unterstützungselement 20 eingelassen und durch jene Löcher ausgeblasen, um eine Luftsicht innerhalb der leitfähigen Röhre 10 zu formen. Auf dieser Luftsicht ist die leitfähige Röhre 10 in einer kontaktfreien Weise unterstützt. Weiterhin führt der Lufdruck zu einer Ausdehnung der leitfähigen Röhre 10, was wiederum zu einer Dämpfung der Vibration der leitfähigen Röhre 10 in der Entladezone führt.

Ein weiteres Beispiel der Mittel, um einen stabilen Entladespalt aufrechtzuerhalten, ist in Fig. 7 gezeigt. Ein zweites Unterstützungselement 224 wird auf der der lichtempfindlichen Trommel 30 abgewandten Seite des ersten Unterstützungselementes 20 bereitgestellt in einem Zustand, daß die leitfähige Röhre 10 zwischen dem ersten und zweiten Unterstützungselement 224 und 20 angeordnet ist. Das zweite Unterstützungselement 224 ist aus einem weichen Material hergestellt, z. B. Schaumstoff. In dieser Konstruktion ist die leitfähige Röhre 10 zwischen der Position, wo die Röhre zwischen dem ersten und dem zweiten Unterstützungselement angeordnet ist, und der Kontaktfläche n gestreckt. Da die leitfähige Röhre derart gespannt ist, kann sie die Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel 30 gleichmäßig laden, sogar wenn sie leichte Schwankungen in ihrer Dicke hat.

Also dient das zweite Unterstützungselement 224 dazu, eine Zugspannung in der leitfähigen Röhre 10 zu erzeugen. Weiter dient das zweite Unterstützungselement 224 dazu, sofern es aus Schaumstoff hergestellt ist, Toner, der sich auf der Oberfläche der leitfähigen Röhre 10 befindet, zu entfernen. Das zweite Unterstützungs-element 224 kann rollenförmig sein oder es kann eine Form haben, die sich entlang des äußeren Umfangs des ersten Unterstützungselementes 20 erstreckt.

In einer Ausführungsform der Erfindung, welche in den Fig. 8(a) und 8(b) dargestellt ist, ist das Unterstüt-zungselement 20 an der Seite der lichtempfindlichen Trommel 30 derart angeordnet, daß, wenn die leitfähige Röhre 10 in einem nicht-operativen Zustand ist, die Röhre 10 getrennt von der lichtempfindlichen Trommel 30 ist. Mit dieser Konstruktion wird das Produkt, welches das erfundungsgemäße Kontaktladegerät benutzt, trans-portiert, während die leitfähige Röhre 10 vom Unterstützungselement 20 getrennt ist. Weiter kann ein solches Material, welches die lichtempfindliche Trommel 30 kontaminiert, für die leitfähige Röhre 10 benutzt werden.

In diesem Fall ist eine große elektrostatische Kraft erforderlich, um die leitfähige Röhre 10 in Kontakt mit der lichtempfindlichen Trommel 30 zu bringen. Aus diesem Grunde ist es erforderlich, den Abstand zwischen der leitfähigen Röhre 10 in einem nicht-operativen Zustand und der lichtempfindlichen Trommel 30 auf 5 mm oder kürzer zu setzen. Weiterhin wird vorzugsweise eine Spannungsdifferenz mit einem Betrag von 300 V oder mehr zwischen ihnen angelegt.

Ein bevorzugtes Material für die leitfähige Röhre 10 erfüllt die folgenden Bedingungen: es enthält kein Material, welches die lichtempfindliche Trommel kontaminiieren könnte, und nachdem es aus dem komprimierten Zustand entlassen wird, bleibt kaum Verformung im Material zurück. Beispiele für ein bevorzugtes Material sind Ruß enthaltendes Polymer oder Gummi, welches selbiges enthält, wie z. B. Nylon, Polyester, Polycarbonat oder Polyimid, und Urethan-Gummi. Ein spezifisches Beispiel für die leitfähige Röhre 10 ist ein schlauchförmiges Element, welches aus einem Material mit einem Young's-Modulus von  $1000 \text{ kg/mm}^2$  oder weniger und etwa 300  $\mu\text{m}$  oder weniger in Dicke und 7 mm oder mehr im äußeren Durchmesser besteht. Der Widerstand der leitfähigen Röhre 10 ist vorzugsweise innerhalb eines Bereiches von  $10^5$  bis  $10^9 \Omega \text{ cm}$ . Wenn der Widerstand derart gewählt ist, beeinträchtigen kleine Defekte der lichtempfindlichen Trommel 30 nicht die Qualität des resultierenden Bildes. Der Widerstand der leitfähigen Röhre 10 ist gemäß der Umfangsgeschwindigkeit der lichtempfindlichen Trommel 30 zu wählen. Der obere Grenzwert des Widerstands wird verkleinert, wenn die Umfangsgeschwindigkeit größer wird. Eine Variation der Dicke der leitfähigen Röhre 10, genauer gesagt (Standardabweichung der Dickenwerte)/(Mittelwert für die Dickenwerte), muß innerhalb von 10% liegen (Fig. 9). Wenn die Schwankung der Dickenwerte größer als 10% wird, dann wird der Ladevorgang im großen Maße unregelmäßig. Die Oberflächenrauhigkeit der leitfähigen Röhre 10 ist 5  $\mu\text{m}$  oder weniger, 10-Punkt-Durchschnittsrauhigkeit nach JIS0601 (Japanese Industrial Standard), wo die leitfähige Röhre 10 mit der lichtempfindlichen Trommel 30 in Kontakt gebracht wird. Vorzugsweise beträgt die Oberflächenrauhigkeit 2  $\mu\text{m}$  oder weniger. Wenn sie so gewählt ist, wird eine weiter verbesserte Gleichmäßigkeit des Ladevorgangs gewähr-leistet.

Die leitfähige Röhre 10 kann nach bekannten Verfahren hergestellt werden, wie z. B. Schmelzstrang-Pressen oder Gießen. Falls erforderlich, wird sie einem Prozeß zur Oberflächenbehandlung unterzogen, um die gewünschte Oberflächenrauhigkeit zu erreichen.

Die Beziehung zwischen dem Kontaktdruck der leitfähigen Röhre 10 und der lichtempfindlichen Trommel 30 und dem Oberflächenpotential auf der lichtempfindlichen Trommel 30 ist in Fig. 10 dargestellt. Die elektrostatische Anziehungs-kraft  $F_q$  begründet hauptsächlich den Kontaktdruck. Wenn die elektrostatische Anziehungs-kraft  $F_q 4 \text{ g/mm}^2$  oder weniger beträgt, dann kann die leitfähige Röhre 10 die lichtempfindliche Trommel 30 laden, indem sie nur den Entladevorgang benutzt. Wenn die elektrostatische Anziehungs-kraft  $F_q$  den oben angegebenen Wert übersteigt, dann ist eine Tendenz zu beobachten, daß der Ladevorgang durch Ladungsinjek-tion gleichzeitig mit dem Ladevorgang durch Entladung durchgeführt wird. Die Voraussetzung dafür, daß sich die leitfähige Röhre 10 ohne jeglichen Schlupf gemeinsam mit der lichtempfindlichen Trommel 30 dreht, ist, daß die elektrostatische Anziehungs-kraft  $F_q$  der leitfähigen Röhre 10 an die Oberfläche 30  $0,2 \text{ g/mm}^2$  oder mehr beträgt.

Die leitfähige Röhre 10 muß gerade über die gesamte Breite der effektiven Bildfläche vor und hinter der Kontaktfläche sein, wo die leitfähige Röhre 10 mit der lichtempfindlichen Trommel 30 in Kontakt gebracht wird. Wenn die Geradheit der leitfähigen Röhre 1/10 des Durchmessers der leitfähigen Röhre oder weniger beträgt, dann ist ein stabiler Kontakt der leitfähigen Röhre 10 mit der lichtempfindlichen Trommel 30 gewährleistet. Der Kontakt der leitfähigen Röhre 10 mit der lichtempfindlichen Trommel 30 ist stabiler, wenn die Geradheit des Teils des Unterstützungselementes 20, wo es mit der leitfähigen Röhre 10 in Kontakt kommt, 0,1 mm oder

weniger beträgt, die Geradheit der lichtempfindlichen Trommel 30 0,1 mm oder weniger beträgt, und die Parallelität der lichtempfindlichen Trommel 30 und des Unterstützungselementes 20 0,1 mm oder weniger beträgt.

Das von der Anmelderin durchgeführte Experiment zeigte, daß eine Toleranz der Geradheit der leitfähigen Röhre 10 1/10 des Durchmessers der leitfähigen Röhre 10 beträgt. Das Experiment wird im folgenden beschrieben. Leitfähige Nylon-Röhren a bis f mit verschiedenen Geradheitswerten wurden hergestellt (Tabelle 1). Der Widerstand jeder Röhre wurde auf  $10^7 \Omega\text{cm}$  eingestellt durch Hinzufügen von Ruß zum Material der Röhre. Die Spezifikationen jeder der Nylon-Röhren waren: der Durchmesser betrug 10 mm, die Dicke betrug 30  $\mu\text{m}$ , der Young's Modulus betrug 110 kg/mm<sup>2</sup> und die Länge betrug 230 mm. Ein erstes Unterstützungselement wurde aus rostfreiem Stahl hergestellt, es hatte einen Durchmesser von 7 mm, eine Länge von 240 mm und eine Geradheit von 0,2 mm. Das erste Unterstützungselement 20 wurde mit einem Abstand von 1 mm von der lichtempfindlichen Trommel 30 angeordnet. Ein zweites Unterstützungselement wurde hergestellt, indem ein Band aus fluoriertem Polymer mit einer Dicke von 150  $\mu\text{m}$  mit der Oberfläche eines Schwamms von 3 mm Dicke verbunden wurde. Die leitfähige Nylon-Röhre wurde zwischen dem ersten und zweiten Unterstützungselement eingeführt mit einem linearen Druck von 1 g/cm. Die lichtempfindliche Trommel 30 wurde hergestellt, indem eine negativ zu ladende, in ihren Funktionen getrennte, organische fotoleitfähige Schicht (function-separation, negative charging type organic photoconductive layer) von 20  $\mu\text{m}$  Dicke auf die Oberfläche einer Aluminium-Röhre von 60 mm Durchmesser aufgetragen wurde. Die leitfähige Nylon-Röhre, welche zwischen dem ersten und dem zweiten Unterstützungselement geklemmt wurde, wurde mit der lichtempfindlichen Trommel, welche mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 30 mm/sec rotierte, in Kontakt gebracht. Eine Gleichspannung von -1150 V wurde an das erste Unterstützungselement angelegt, um damit die lichtempfindliche Trommel so zu laden, daß das Oberflächenpotential der lichtempfindlichen Trommel ungefähr -600 V betrug. Nach dem Laden der lichtempfindlichen Trommel wurde das Oberflächenpotential der lichtempfindlichen Trommel gemessen. Das so konstruierte Kontakt-Ladegerät wurde in einen bildformenden Apparat mit einer Auflösung von 600 dpi eingebaut. Der bildformende Apparat wurde betrieben, um ein Punktmuster auf einem Blatt Normalpapier vom Format DIN A4 zu erzeugen. Die resultierenden Punktmusterbilder wurden ausgewertet.

Die Ergebnisse der Bildauswertung sind in der folgenden Tabelle 1 wiedergegeben.

Tabelle 1

Röhre Nr.	Geradheit	Schwankung des Oberflächenpotentials (V)	Bewertung
a	0,1	$\pm 5$	◎
b	0,5	$\pm 11$	◎
c	0,9	$\pm 25$	○
d	1,0	$\pm 30$	△
e	1,1	$\pm 50$	×
f	1,2	$\pm 100$	×

In der oben wiedergegebenen Tabelle bedeuten:

◎: Bild frei von einer Dichteunregelmäßigkeit,

○: Innerhalb des Toleranzbereiches,

△: Eine Dichteabweichung ist vorhanden, aber sie ist nahe am unteren Grenzwert des Toleranzbereiches, und

×: Eine Dichteabweichung ist so groß, daß sie außerhalb des Toleranzbereiches liegt.

Wie in Tabelle 1 zu sehen ist, wird ein guter Ladevorgang gewährleistet, wenn die Geradheit der leitfähigen Röhre 1/10 des Durchmessers beträgt.

Eine leitfähige Röhre von 10 mm Durchmesser und 1,0 mm in Geradheit wurde hergestellt. Unterstützungselemente a bis i von verschiedenen Geradheitswerten wurden hergestellt. Ein Experiment ähnlich zu dem oben beschriebenen wurde durchgeführt, wobei die leitfähige Röhre und die Unterstützungselemente benutzt wurden. Die Schwankung des Oberflächenpotentials wurde gemessen und die resultierenden Bilder wurden bewertet. Die Ergebnisse des Experiments sind in Tabelle 2 wiedergegeben.

Tabelle 2

Unterstützungs-element	Geradheit	Schwankung des Oberflächenpotentials (V)	Bewertung
g	0,2	±30	Δ
h	0,15	±28	Δ
i	0,1	±20	O

Wie aus der oben angegebenen Tabelle zu ersehen ist, wird die Bildqualität erheblich verbessert, wenn die Geradheit des Unterstützungselementes 0,1 mm oder weniger beträgt. Diese Tatsache impliziert, daß als ein Ergebnis des Verbesserns der Geradheit des Unterstützungselementes die leitfähige Röhre sich mit der lichtempfindlichen Trommel dreht, ohne zu Mäandrieren.

Wie aus der vorangegangenen Beschreibung zu ersehen ist, unterstützt ein Unterstützungselement, welches getrennt von einem zu ladenden Körper angeordnet ist, ein endloses leitfähiges Element, welches elektrostatisch zum aufzuladenden Körper angezogen wird in einen Zustand, daß das leitfähige Element gestreckt wird und sich gemeinsam mit dem lichtempfindlichen Element drehen kann. Daher lädt das leitfähige Element den zu ladenden Körper gleichmäßig und effektiv auf, ohne ihn zu beeinträchtigen. Gleichmäßiges und effektives Laden wird weiterhin gewährleistet durch Minimierung der Verschiebung der Kontaktposition, wo das leitfähige Element mit dem zu ladenden Körper in Kontakt ist, und durch Dämpfung der Vibration des leitfähigen Elements in der Entladungszone.

## Patentansprüche

1. Kontakt-Ladegerät, umfassend:  
ein zu ladendes Element (30), welches rotationsfähig angeordnet ist;  
ein leitfähiges Element (10), geformt als weicher endloser Film, zum Laden oder Entladen des zu ladenden Elements (30), wobei das leitfähige Element (10) elektrostatisch zum zu ladenden Element (30) angezogen wird, während das zu ladende Element (30) rotiert; und  
ein Unterstützungselement (20), getrennt vom zu ladenden Element (30) angeordnet, zum Halten des leitfähigen Elements (10), wobei dem leitfähigen Element (10) gestattet ist, der Rotation des zu ladenden Elementes (30) folgend, zu rotieren.
2. Kontakt-Ladegerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Element (20) zum Halten des leitfähigen Elements (10) der elektrostatischen Anziehungskraft so widersteht, daß das leitfähige Element (10) während der Rotation gestreckt ist.
3. Kontakt-Ladegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Variation der Filmdicke des leitfähigen Elements (10) innerhalb 10% ist.
4. Kontakt-Ladegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Toleranzwert für die Geradheit des leitfähigen Elements (10) in seiner Längsrichtung weniger als 1/10 des Durchmessers des leitfähigen Elements (10) beträgt.
5. Kontakt-Ladegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Unterstützungselement (20) fixiert ist.
6. Kontakt-Ladegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Unterstützungselement (20) gemeinsam mit dem leitfähigen Element (10) rotationsfähig ist.
7. Kontakt-Ladegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das leitfähige Element (10) getrennt vom zu ladenden Element (30) angeordnet ist, wenn keine Spannung an das leitfähige Element (10) angelegt ist.
8. Kontakt-Ladegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiter umfassend:  
ein Element zum Verhindern einer Variation des Entladungsspalts, welches nahe der Position angeordnet ist, wo das leitfähige Element (10) elektrostatisch zu dem zu ladenden Element (30) angezogen wird.
9. Kontakt-Ladegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das leitfähige Element (10) eine innere Schicht (12) und eine äußere Schicht (11), welche auf der inneren Schicht aufgebracht ist, umfaßt, wobei die innere Schicht (12) einen kleinen Reibungskoeffizienten zum Unterstützungselement (20) aufweist, und die äußere Schicht (11) leitfähig ist und einen großen Reibungskoeffizienten zum zu ladenden Element (30) aufweist.
10. Kontakt-Ladegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Unterstützungselement (20) leitfähig ist und eine isolierende Schicht (21) auf seiner Oberfläche aufgetragen ist; und daß eine Spannung an das Unterstützungselement (20) angelegt wird.
11. Kontakt-Ladegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Unterstützungselement (20) einen ellipsenförmigen Querschnitt aufweist.
12. Kontakt-Ladegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Unterstützungselement (20) eine hohle Zylinderform aufweist und daß Luftlöcher auf seiner Oberfläche angeordnet sind.

**DE 195 48 916 A1**

13. Kontakt-Ladegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kontaktdruck, welcher zwischen dem leitfähigen Element (10) und dem zu ladenden Element (30) wirkt, zwischen 0,2 g/mm<sup>2</sup> und 4 g/mm<sup>2</sup> eingestellt ist.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

**5**

**10**

**15**

**20**

**25**

**30**

**35**

**40**

**45**

**50**

**55**

**60**

**65**

FIG. 1 (a)

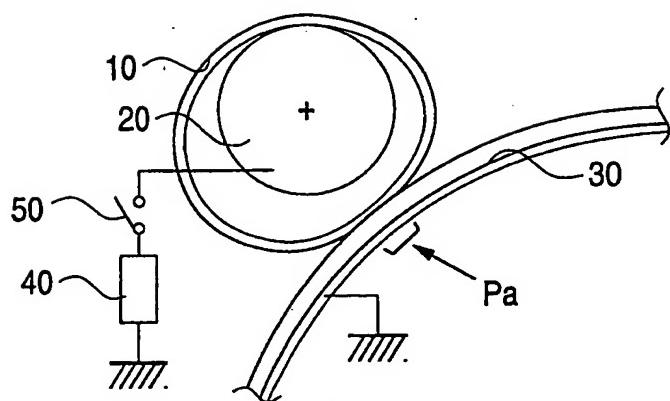


FIG. 1 (b)

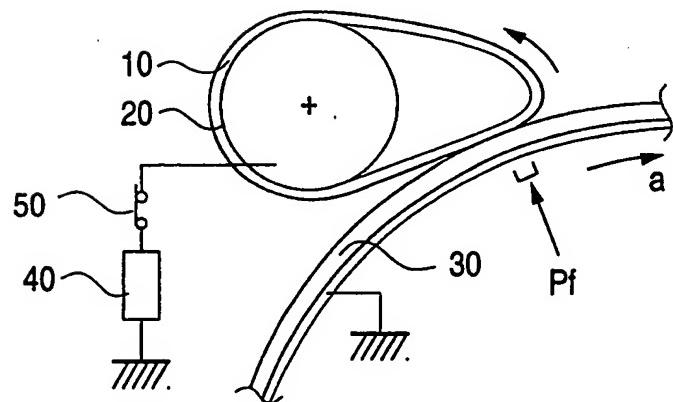


FIG. 2

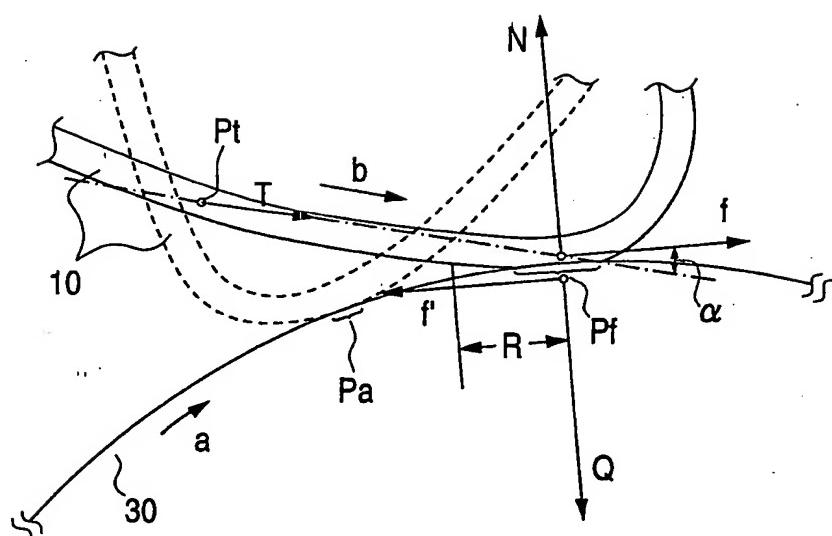


FIG. 3 (a)

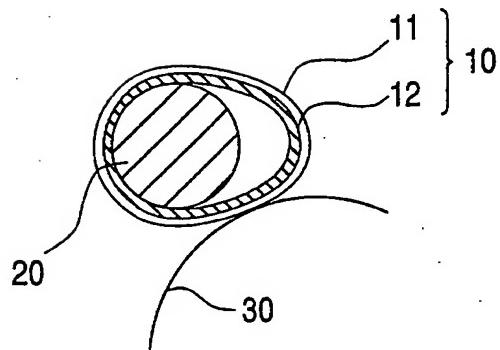


FIG. 3 (b)

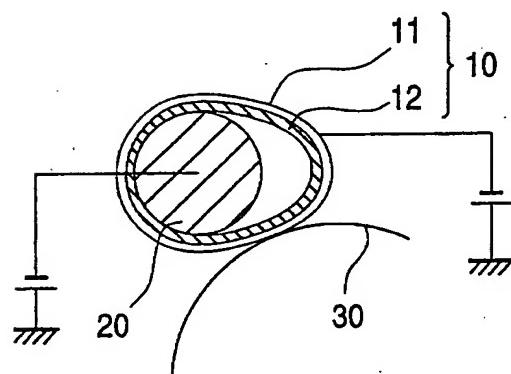


FIG. 3 (c)

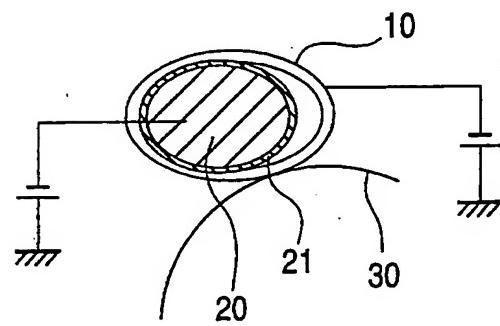


FIG. 4 (a)

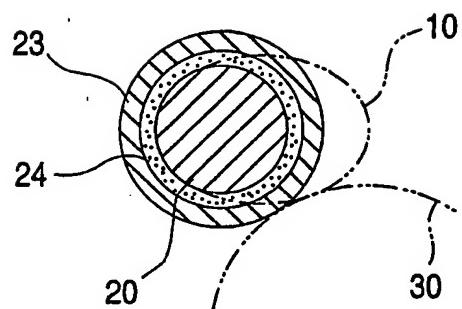


FIG. 4 (b)

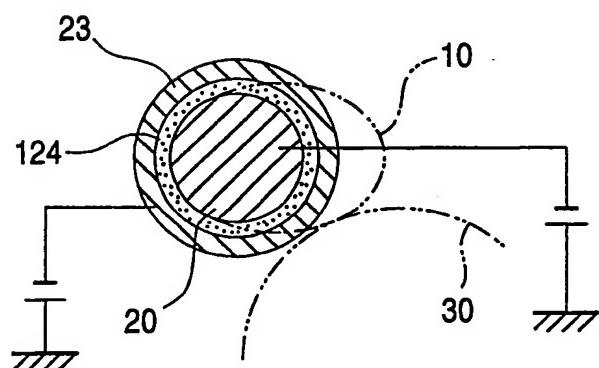


FIG. 5 (a)

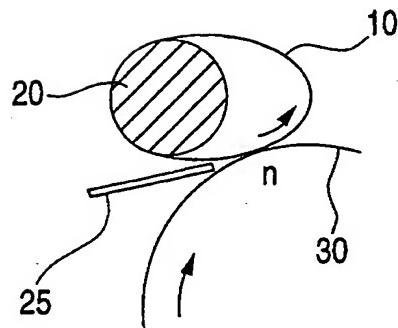


FIG. 5 (b)

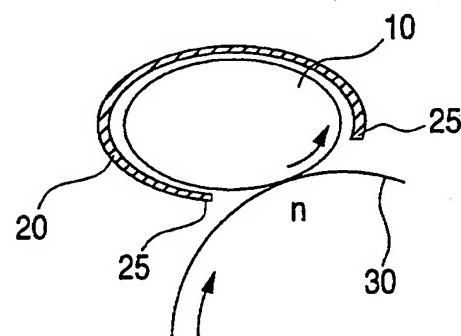


FIG. 5 (c)

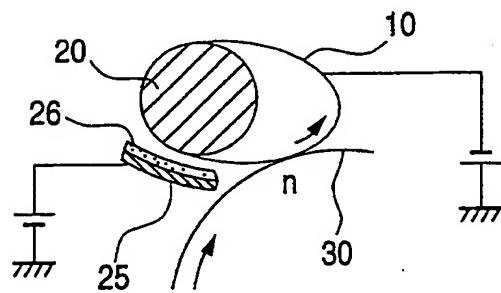


FIG. 5 (d)

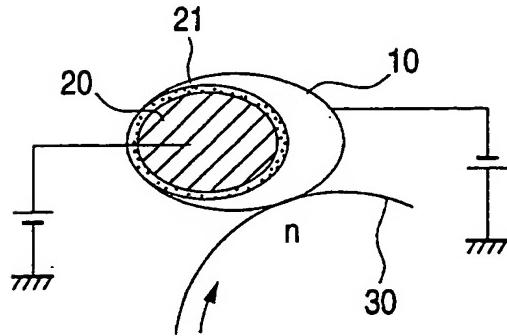


FIG. 6

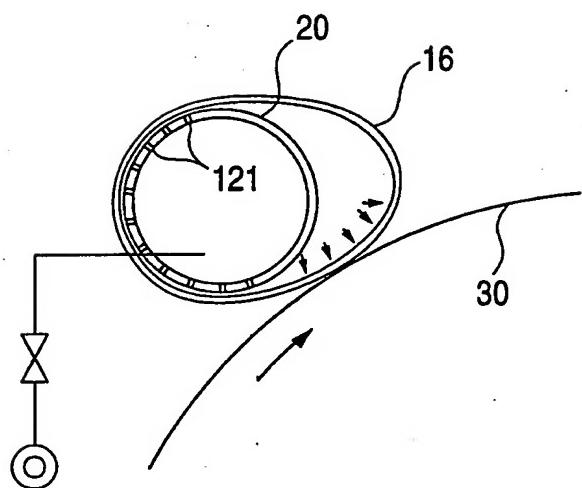


FIG. 7

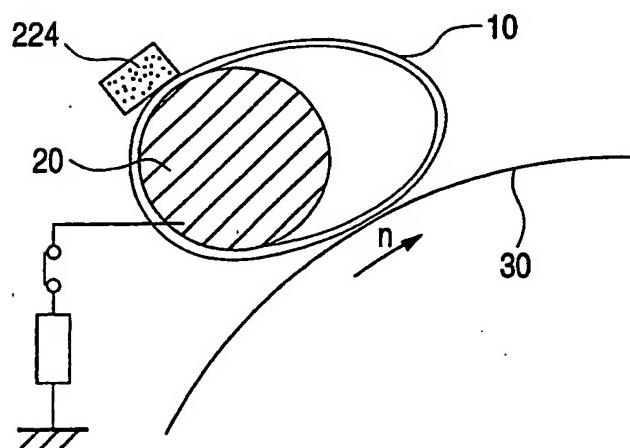


FIG. 8 (a)

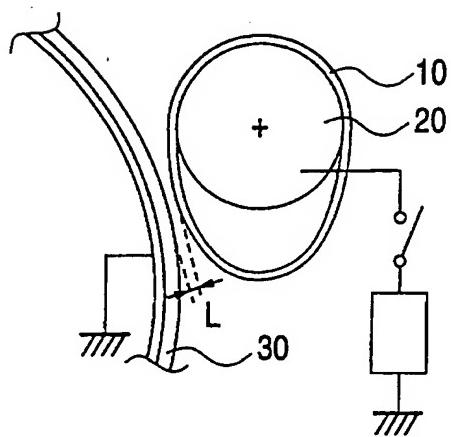


FIG. 8 (b)

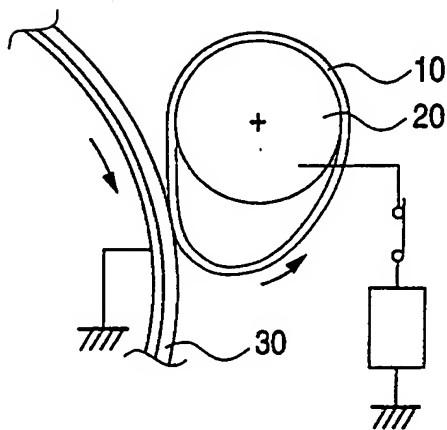
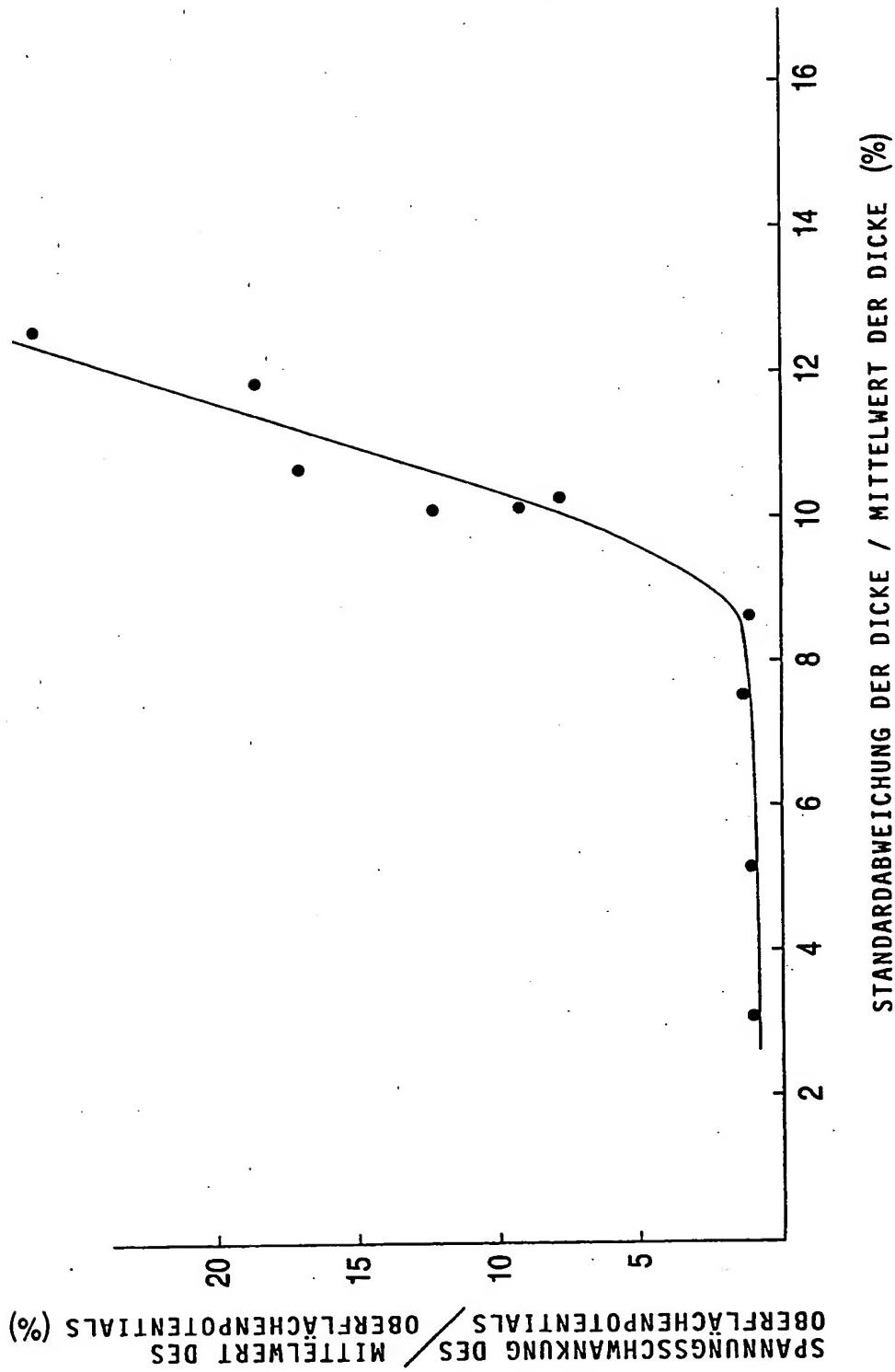


FIG. 9



SPANNUNGSABSCHALTUNG DES MITTELWERTS DES OBERFLÄCHENPOTENTIALS (%)

FIG. 10

